



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
EID GENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationale Klassifikation: B 21 k 21/00  
//  
F 01 I 1/04

(4)

Gesuchsnummer: 1114/70  
Anmeldungsdatum: 27. Januar 1970, 17 1/4 Uhr  
Priorität: Bundesrepublik Deutschland,  
1. März 1969 (P 1910517.0)  
Patent erteilt: 31. Oktober 1971  
Patentschrift veröffentlicht: 15. Dezember 1971

s

## HAUPTPATENT

Klöckner-Humboldt-Deutz Aktiengesellschaft, Köln-Deutz  
(Bundesrepublik Deutschland)

### Verfahren zur Herstellung von Steuernockenwellen

Dr. Kurt Honrath, Hoffnungsthal, und Wilhelm Naumann, Köln-Mülheim (Bundesrepublik Deutschland),  
sind als Erfinder genannt worden

1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von Steuernockenwellen, insbesondere für Brennkraftmaschinen. Solche Wellen werden im allgemeinen durch spangebende Formung aus einem Rundmaterial herausgearbeitet, wobei mit der verhältnismäßig großen Zerspanungsarbeit entsprechende Werkstoffverluste verbunden sind. Es ist auch bekannt, Steuernockenwellen durch Warmverformung im Gesenk vorzuschmieden. Einschließlich der nachfolgenden Schleifbearbeitung und Härtung ist dieses Herstellungsverfahren kaum vorteilhafter, zumal da die verhältnismäßig schlanken Werkstücke vor dem Schleifen noch gerichtet werden müssen, was zeitraubend ist. Man hat auch schon Steuernockenwellen gegossen, erreicht aber für die Anwendung in schnellaufenden Maschinen nicht die notwendige Oberflächenhärte.

Die Erfindung besteht darin, daß die Welle innerhalb einer der Gestalt der Welle entsprechenden Hohlform aus einem Rohr durch Aufweitung mittels eines Innendruckes geformt wird. Für eine wirtschaftliche Fertigung kommen vor allem Hochgeschwindigkeitsdruckverfahren und insbesondere ein mit Stoßentladung arbeitendes elektromagnetisches Formverfahren in Betracht. Im folgenden wird nur das zuletzt genannte Verfahren angeführt, obgleich andere bekannte Hochgeschwindigkeits-Druckverfahren, wie z. B. das Explosions-Umformen oder ein mit Hochleistungs-Lichtbogen arbeitendes Verfahren unter Wasser als Übertragungsmittel großenteils ähnliche Vorteile bieten.

Die Anwendung eines elektromagnetischen Formverfahrens ist auf relativ dünnwandige Werkstücke beschränkt. Deshalb erscheint es fraglich, ob beispielsweise hochbelastete Steuernockenwellen schnellaufender Dieselmotoren mit der notwendigen Festigkeit und Steifigkeit herstellbar sind. Dazu kommt die weitere Schwierigkeit, ausgehend von einem Rohr von gleichem Durchmesser wie der üblichen Steuerwelle, im Innern eine Spule mit genügend großem Durchmesser unterzubrin-

gen, die imstande ist, in einer Stoßentladung die zur Verformung erforderliche Leistung zu übertragen.

Zur Überwindung dieser Schwierigkeiten kann den Steuernockenwellen ein wesentlich größerer Kerndurchmesser als den der üblichen massiven Wellen gegeben werden, um mit dem genannten Herstellungsverfahren eine als Hohlkörper ausgebildete Steuernockenwelle herzustellen. Damit wird nämlich nicht nur die Benutzung einer Spule von genügend großen Abmessungen ermöglicht, sondern zugleich auch das relative Ausmaß der Verformung bei gegebener radialer Nockenhöhe entsprechend vermindert. Außerdem stellt sich heraus, daß mit einer wesentlichen Vergrößerung des Kerndurchmessers sich für den Betrieb der Maschine günstigere Nockenformen ergeben. Denn bei gleicher Höhe und Umfangs-Erstreckung der Nocken sind die Krümmungen der Steuerflächen bei größerem Grunddurchmesser entsprechend geringer, so daß die Hertzische Pressung zwischen Nocken und Stößel bzw. Stößelrolle herabgesetzt wird, was für die Übertragung der großen Massenkräfte in schnellaufenden Brennkraftmaschinen wichtig ist.

In Weiterbildung des Verfahrens zur Herstellung von Steuernockenwellen kann die Verformung des Rohr in axial versetzten Abschnitten zeitlich nacheinander vorgenommen werden. Die Stoßentladung ist damit jeweils auf einen begrenzten Abschnitt konzentriert, so daß eine auch für möglichst große Wanddicken ausreichende Verformungsenergie übertragen werden kann.

Die abschnittsweise Verformung kann so durchgeführt werden, daß die einzelnen Steuernocken und gegebenenfalls Lagerstellen von größerem Durchmesser einzeln nacheinander aus dem Rohr aufgeweitet werden. Es ist aber auch denkbar, über mehrere Steuernocken sich erstreckende Abschnitte mittels einer längeren Spule auf einmal zu formen, bei einer Welle für Mehrzylinder-Brennkraftmaschinen beispielsweise je-

weils die zu einem Arbeitszylinder gehörigen Steuernocken, gegebenenfalls einschließlich eines Zwischenlagers.

Die Hohlform für die Formung der Steuernockenwelle kann in Gestalt eines üblichen Schmiedegesenks ausgebildet sein, d. h. zweiteilig mit einer Fuge in einer Achsebene der Welle, wobei die Fuge im Bereich der Steuernocken je nach ihrer Winkelrichtung für die Ausformung aus der Achsebene versetzt sein kann. Die Hohlform kann die ganze Länge der zu formenden Welle umfassen. Ferner kann die Hohlform so ausgebildet werden, daß sie nur die zu je einem Arbeitszylinder gehörigen Steuernocken und gegebenenfalls Lagerstellen umfaßt. Nach der Formung eines einzelnen derartigen Abschnittes der Welle kann die Form geöffnet, das Rohr entsprechend verschoben und um seine Achse um den der Steuerung entsprechenden Winkel verdreht werden, worauf der nächste Abschnitt geformt werden kann.

Während die Stirnseiten der Steuernocken und Lagerstellen massiver Wellen üblicherweise zur Wellenachse rechtwinklige Ebenen bilden, die nahezu scharfkantig in den Kernumfang und die Steuerflächen der Nocken übergehen, werden die aus einem Rohr durch Aufweiten geformten Steuerwellen in der erfundungsgemäßen Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens so ausgebildet, daß die Nocken und die im Durchmesser vergrößerten Lagerstellen vom Rohrdurchmesser ausgehende gerundete und/oder im Winkel geneigte Seitenflanken aufweisen. Ferner können gerundete Übergänge zwischen den Umfangsflächen und den Seitenflanken der Nocken bzw. Lagerstellen vorgesehen werden. Beide Maßnahmen haben den Zweck, während des Verformens ein Reißen des Werkstoffes an den Übergangsstellen zu vermeiden.

Eine Warmverformung der Werkstücke, die durch die Eigenschaften des Werkstoffes erforderlich sein kann und/oder die Anwendung des Verfahrens sowie eine bessere Maßhaltigkeit gewährleistet, ist in der Weise durchführbar, daß das Rohr bzw. der jeweils zu verformende Rohrabschnitt durch Wechselstrom-Induktion mittels derselben für die Magnetumformung verwendeten Spule unmittelbar vor der Verformung aufgeheizt wird. Zwischen diesen Vorgängen kann die Spule hierfür von der Einrichtung für die Stoßentladung auf die für die Aufheizung umgeschaltet werden. Dies kann z. B. selbsttätig mittels eines Zeitrelais, das auf die erforderliche Anheizzeit abgestimmt ist oder mittels einer auf die erreichte Temperatur abgestimmten Einrichtung erfolgen. Für die Induktions-Aufheizung kann die Spule in an sich bekannter Weise aus einem Rohr gewunden sein, durch das ein Kühlmittel geleitet wird.

In der Zeichnung ist die Erfindung beispielweise veranschaulicht.

Fig. 1 und 2 zeigen in je einem axialen Schnittbild zwei aufeinanderfolgende Abschnitte der Formung einer Steuernockenwelle für eine Zweizylinder-Dieselmashine mittels eines elektromagnetischen Formverfahrens.

In Fig. 3 ist ein dritter Verfahrens-Abschnitt in einer Ansicht mit Schnitt durch die Hohlform wiedergegeben.

Fig. 4 ist ein Querschnitt nach Linie A-B der Fig. 3.

Das Rohr 1, aus dem die Steuernockenwelle geformt wird, befindet sich mit geringem radialem Spiel in der nach Art eines Schmiedegesenks ausgebildeten Hohlform 2, 3. Die Teilfuge 4 der Hohlform liegt über

den größten Teil der Länge beiderseits in einer Achsebene der Welle. Soweit die Ausformung des fertigen Werkstücks es notwendig macht, ist die Teilfuge beispielsweise an der Stelle 5 einseitig aus der Achsebene versetzt.

Die Hohlform enthält an beiden Enden und in der Mitte je eine zylindrische Erweiterung 6, 7, 8 zur Formung dreier Lagerzapfen. Dazwischen liegen je zwei Formteile 9, 10 für die Formung der Nocken 9', 10' zur Betätigung der Ein- und Auslaßventile sowie ein drittes Formteil 11 für je einen Nocken 11' zum Antrieb einer Kraftstoff-Einspritzpumpe.

Die Spule 13 für die Stoßentladung ist an einem Schaft 14 angebracht, der die Zuleitungen für die Stromführung enthält und mittels eines nicht gezeichneten Schlittens in Richtung der Achse gegenüber dem Werkstück verschiebbar ist, um die abschnittweise Formung durch Stoßentladungen zu ermöglichen.

Fig. 1 zeigt die Spule 13 in einer ersten Stellung, in der sie den Lagerzapfen 6' aus dem strichpunktiierten Ende des Rohrs 1 geformt hat. In Fig. 2 hat die Spule die anschließenden Nocken 9', 10' für die Ventile des einen Arbeitszyinders in einem einzigen Arbeitsgang geformt. Fig. 3 zeigt eine dritte Stellung der Spule, in der sie den Einspritzpumpennocken 11' und die mittlere Lagerstelle 8' gleichfalls in einem Arbeitsgang geformt hat. Die weiteren Arbeitsgänge, die nach jeweiliger Verschiebung der Spule durchgeführt werden, sind nicht dargestellt. Nachdem die Formung der Welle vollzogen ist, wird die Spule ganz herausgezogen, die Form geöffnet und das Werkstück entnommen.

In weiteren Arbeitsgängen kann die Welle an ihren Enden durch Stopfen verschlossen werden, die in die hohen Lagerzapfen eingeführt und mit diesen beispielweise verschweißt werden. Schließlich werden die Lagerzapfen und die Steuernocken in üblicher Weise gehärtet und auf Fertigmaß geschliffen.

In ihrer äußeren Gestalt unterscheidet sich die auf solche Weise hergestellte Steuernockenwelle von den üblichen massiven Wellen einerseits durch einen erheblich größeren Grunddurchmesser und andererseits durch die aus den Figuren erkennbaren fließenden Übergänge von den Grunddurchmessern in die Steuernocken und Lagerzapfen.

#### PATENTANSPRUCH I

Verfahren zur Herstellung von Steuernockenwellen, insbesondere für Brennkraftmaschinen, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle innerhalb einer der Gestalt der Welle entsprechenden Hohlform (2, 3) aus einem Rohr (1) durch Aufweitung mittels eines Innendruckes geformt wird.

#### UNTERANSPRÜCHE

1. Verfahren nach Patentanspruch I, gekennzeichnet durch die Anwendung eines Hochgeschwindigkeitsdruckverfahrens, insbesondere eines mit Stoßentladung arbeitenden elektromagnetischen Formverfahrens.

2. Verfahren nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, daß die Verformung des Rohres (1) in axialversetzten Abschnitten zeitlich nacheinander vorgenommen wird.

3. Verfahren nach Patentanspruch I, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr bzw. der jeweils zu verformende Rohrabschnitt unmittelbar vor der Verformung durch eine Spule (13) mittels Wechselstrom-Induktion aufgeheizt wird, wobei die Spule (13) gleichzeitig für die Magnetumformung verwendet wird.

**PATENTANSPRUCH II**

Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Patentanspruch I, gekennzeichnet, durch eine solche Gestalt der Hohlform, daß die Nocken der herzustellenden Nockenwelle und die im Durchmesser vergrößerten Lagerstellen vom Rohrdurchmesser ausgehende, gerundete und/oder im Winkel geneigte Seitenflanken aufweisen.

**UNTERANSPRÜCHE**

4. Vorrichtung nach Patentanspruch II, dadurch gekennzeichnet, daß die Hohlform so ausgebildet ist,

daß die Nocken und die im Durchmesser vergrößerten Lagerstellen zwischen den Umfangsflächen und den Seitenflanken gerundete Übergänge aufweisen.

5. Vorrichtung nach Patentanspruch II, gekennzeichnet durch eine Induktionsspule (13) zur Aufheizung des zu verformenden Rohrabschnittes, die gleichzeitig zur Magnetumformung dient.

10 6. Vorrichtung nach Unteranspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (13) aus einem Rohr gewunden ist, durch das ein Kühlmittel geleitet wird.

Klöckner-Humboldt-Deutz Aktiengesellschaft

Vertreter: Dr. Arnold R. Egli, Zürich

Fig. 2

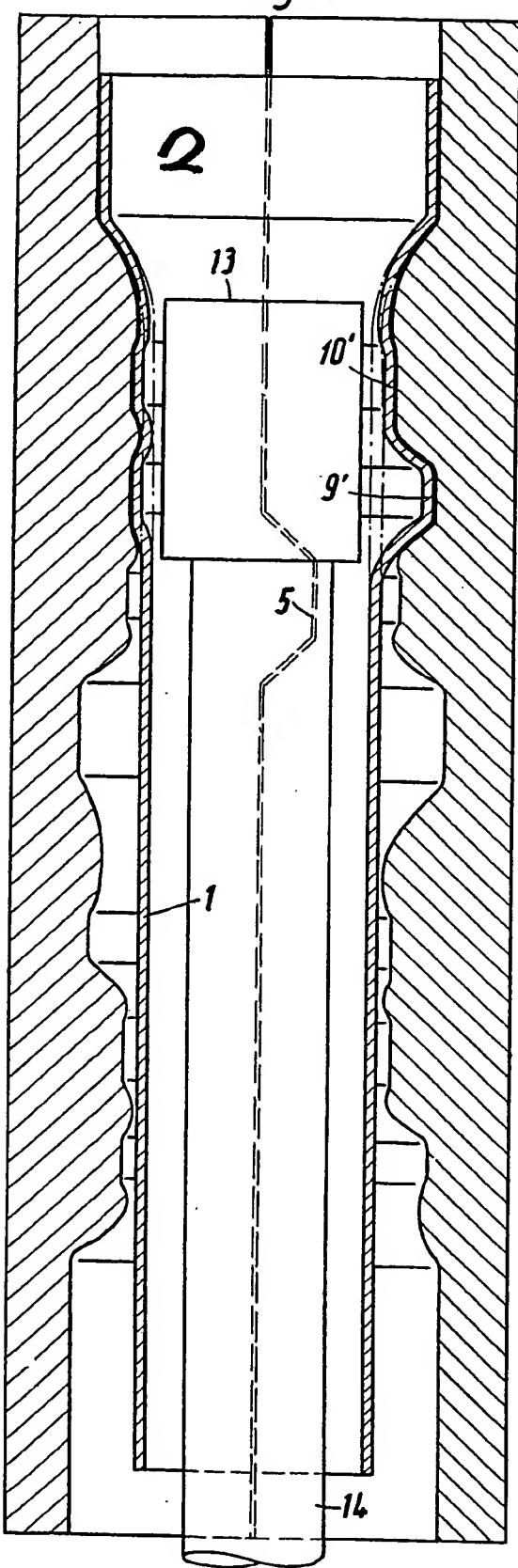
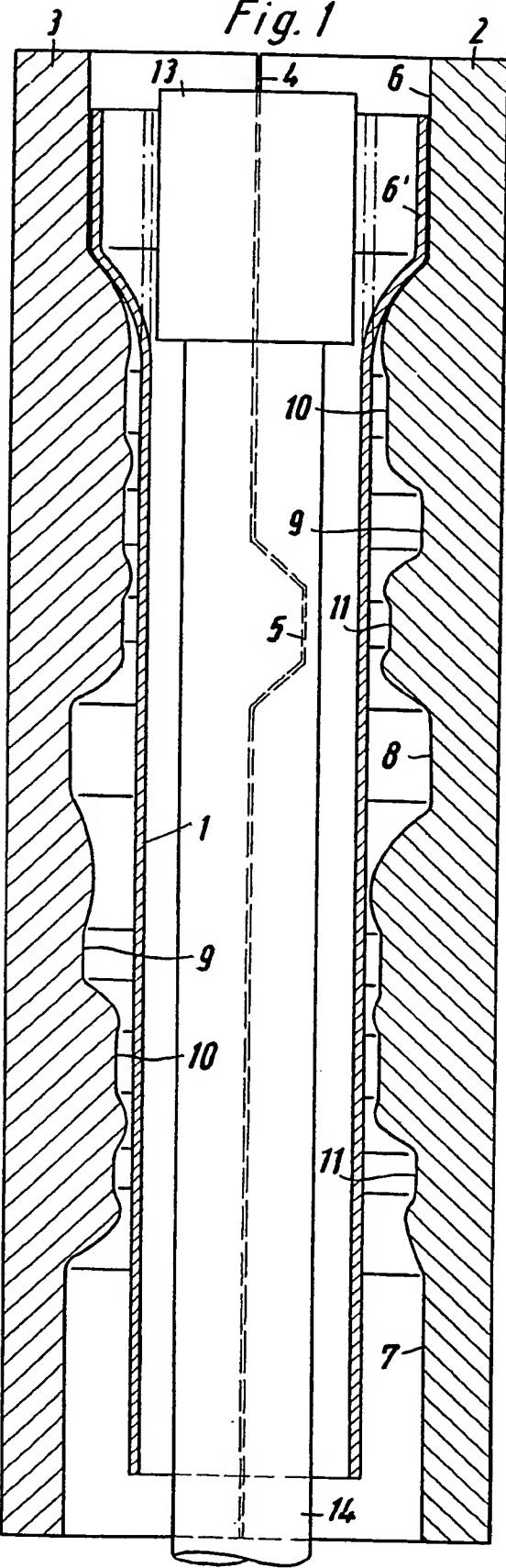


Fig. 1



514 375

2 Blätter Nr. 2

Fig. 3

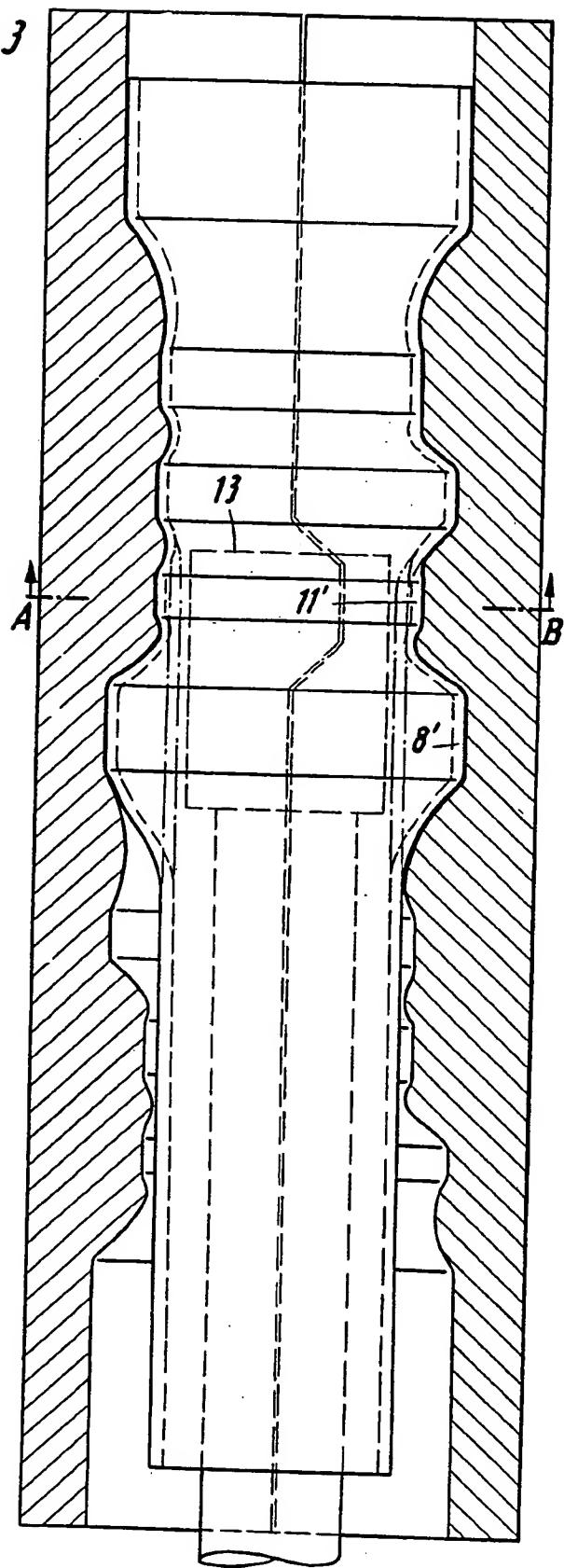
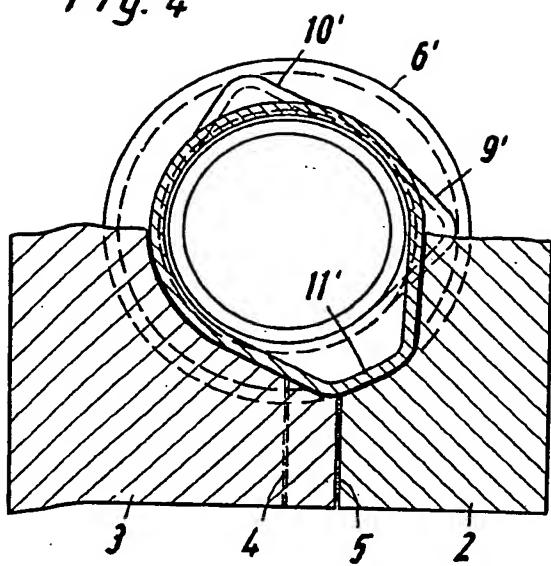


Fig. 4



وَمِنْ كُلِّ مَا يَرَى